

**PAT-NO:** JP409014257A

**DOCUMENT-  
IDENTIFIER:** JP 09014257 A

**TITLE:** DYNAMIC PRESSURE GAS BEARING STRUCTURE AND LIGHT  
DEFLECTION SCANNING DEVICE

**PUBN-DATE:** January 14, 1997

**INVENTOR-INFORMATION:**

NAME	COUNTRY
------	---------

MURABE, KAORU	
---------------	--

KATAYAMA, TETSUYA	
-------------------	--

KOMURA, OSAMU	
---------------	--

NAKASUGI, MIKIO	
-----------------	--

FUKITA, TAKU	
--------------	--

SATO, KAZUMI	
--------------	--

**ASSIGNEE-INFORMATION:**

NAME	COUNTRY
------	---------

SUMITOMO ELECTRIC IND LTD	N/A
---------------------------	-----

CANON INC	N/A
-----------	-----

**APPL-NO:** JP08044464

**APPL-DATE:** March 1, 1996

**INT-CL (IPC):** F16C017/02 , F16C033/24 , G02B026/10

**ABSTRACT:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide dynamic pressure gas bearing structure simplifying the outer peripheral surface shape of a shaft of a rotation driving part so as to be rotatable stably at high speed, and provide a light deflection scanning device provided with dynamic pressure gas bearing structure.

SOLUTION: In dynamic pressure gas bearing structure, a rotation driving part is provided with a cylindrical shaft 1 and a hollow cylindrical sleeve opposed to the shaft 1 while keeping a clearance in a radial direction, and the shaft 1 and the sleeve are formed of silicon nitride group ceramics sintered bodies. The outer peripheral surface 101 of the shaft 1 includes plane parts 105 arranged in at least three places 102, 103, 104 at equal spaces to a circumference along the outer peripheral surface 101. Each plane part 105 is composed of a plurality of single-planes 105a, 105b, 105c formed on the outer peripheral surface 101 of the shaft 1 continuously at a specified angle in a circumferential direction. These single-planes are so formed as to be extended almost parallel with the axial direction of the shaft 1.

COPYRIGHT: (C)1997,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-14257

(43) 公開日 平成9年(1997)1月14日

(51) Int.Cl. <sup>*</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
F 1 6 C 17/02			F 1 6 C 17/02	A
33/24		7123-3 J	33/24	A
G 0 2 B 26/10	1 0 2		G 0 2 B 26/10	1 0 2

審査請求 未請求 請求項の数20 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平8-44464

(22) 出願日 平成8年(1996)3月1日

(31) 優先権主張番号 特願平7-53002

(32) 優先日 平7(1995)3月13日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(31) 優先権主張番号 特願平7-53003

(32) 優先日 平7(1995)3月13日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000002130

住友電気工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 村部 肇

兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友

電気工業株式会社伊丹製作所内

(72) 発明者 片山 哲也

兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友

電気工業株式会社伊丹製作所内

(74) 代理人 弁理士 深見 久郎 (外2名)

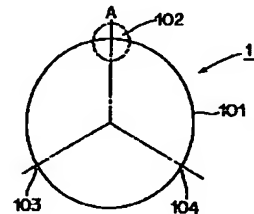
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 動圧気体軸受構造および光偏向走査装置

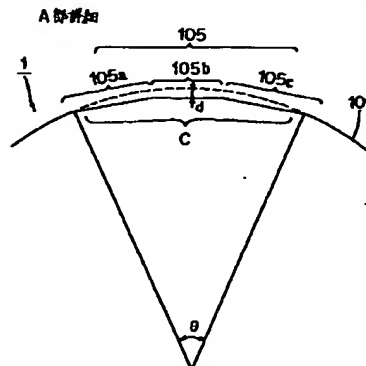
(57) 【要約】

【課題】 より高速度で安定して回転することが可能な動圧気体軸受構造およびそれを備えた光偏向走査装置を実現する上で、回転駆動部のシャフトの外周面の形状を簡単にする。

【解決手段】 動圧気体軸受構造は、円柱状のシャフト1と、そのシャフトにラジアル方向に間隙を保って対向する中空円筒状のスリーブとを回転駆動部に備える。シャフト1とスリーブとは窒化ケイ素系セラミックス焼結体から形成される。シャフトの外周面101は、その外周面に沿う円周に対して等しい間隔で少なくとも3箇所102、103、104に、配置された平面部分105を含む。平面部分105は、円周方向に所定の角度をなして連続してシャフトの外周面101に形成された複数個の単一平面105a、105b、105cから構成される。単一平面はシャフトの軸方向にほぼ平行に延在するように形成される。



1: シャフト  
101: 外周表面  
105: 平面部分  
105a, 105b, 105c: 単一平面



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 窒化ケイ素系セラミックス焼結体から形成された円柱状のシャフトと、

前記シャフトにラジアル方向に間隙を保って対向する、窒化ケイ素系セラミックス焼結体から形成された中空円筒状のスリーブとを備え、

前記シャフトの外周面は、その外周面に沿う円周に対して等しい間隔で少なくとも3箇所配置された平面部分を含み、

前記平面部分は、前記円周方向に所定の角度をなして連続して前記シャフトの外周面に形成された複数の単一平面から構成されており、

前記単一平面は、前記シャフトの軸方向にほぼ平行に延在するように形成されている、動圧気体軸受構造。

【請求項2】 前記シャフトの外径と前記スリーブの内径との差が0.010mm未満であり、

前記複数の単一平面から構成される前記平面部分を溝とみなした場合、その溝の深さは0.020mm以下であり、前記平面部分は前記シャフトの外周面に沿う円周に対応する中心角で10°以上に相当する前記溝の幅を有する、請求項1に記載の動圧気体軸受構造。

【請求項3】 窒化ケイ素系セラミックス焼結体から形成された円柱状のシャフトと、

前記シャフトにラジアル方向に間隙を保って対向する、窒化ケイ素系セラミックス焼結体から形成された中空円筒状のスリーブとを備え、

前記シャフトの外周面は、その外周面に沿う円周に対して等しい間隔で少なくとも3箇所配置された平面部分を含み、

前記平面部分は、前記円周方向に所定の角度をなして連続して前記シャフトの外周面に形成された複数の単一平面から構成されており、

前記単一平面は、前記シャフトの軸方向にほぼ平行に延在するように形成されており、さらに、

前記スリーブを回転する駆動手段と、

を備えた、軸受回転装置。

【請求項4】 前記シャフトの外径と前記スリーブの内径との差が0.010mm未満であり、

前記複数の単一平面から構成される前記平面部分を溝とみなした場合、その溝の深さは0.020mm以下であり、前記平面部分は前記シャフトの外周面に沿う円周に対応する中心角で10°以上に相当する前記溝の幅を有する、請求項3に記載の軸受回転装置。

【請求項5】 光束を偏向走査する光偏向走査装置であって、

窒化ケイ素系セラミックス焼結体から形成された円柱状のシャフトと、

前記シャフトにラジアル方向に間隙を保って対向する、窒化ケイ素系セラミックス焼結体から形成された中空円筒状のスリーブとを備え、

2

前記シャフトの外周面は、その外周面に沿う円周に対して等しい間隔で少なくとも3箇所配置された平面部分を含み、

前記平面部分は、前記円周方向に所定の角度をなして連続して前記シャフトの外周面に形成された複数の単一平面から構成されており、

前記単一平面は、前記シャフトの軸方向にほぼ平行に延在するように形成されており、さらに、

前記スリーブを回転する駆動手段と、

10 前記スリーブに取付けられ、光束を偏向走査する偏向器と、

を備えた、光偏向走査装置。

【請求項6】 前記シャフトの外径と前記スリーブの内径との差が0.010mm未満であり、

前記複数の単一平面から構成される前記平面部分を溝とみなした場合、その溝の深さは0.020mm以下であり、前記平面部分は前記シャフトの外周面に沿う円周に対応する中心角で10°以上に相当する前記溝の幅を有する、請求項5に記載の光偏向走査装置。

20 【請求項7】 光源からの光束を偏向走査する光偏向走査装置であって、

窒化ケイ素系セラミックス焼結体から形成された円柱状のシャフトと、

前記シャフトにラジアル方向に間隙を保って対向する、窒化ケイ素系セラミックス焼結体から形成された中空円筒状のスリーブとを備え、

前記シャフトの外周面は、その外周面に沿う円周に対して等しい間隔で少なくとも3箇所配置された平面部分を含み、

30 前記平面部分は、前記円周方向に所定の角度をなして連続して前記シャフトの外周面に形成された複数の単一平面から構成されており、

前記単一平面は、前記シャフトの軸方向にほぼ平行に延在するように形成されており、さらに、

前記スリーブを回転する駆動手段と、

光源と、

前記スリーブに取付けられ、前記光源からの光束を偏向走査する偏向器と、

を備えた、光偏向走査装置。

40 【請求項8】 前記シャフトの外径と前記スリーブの内径との差が0.010mm未満であり、

前記複数の単一平面から構成される前記平面部分を溝とみなした場合、その溝の深さは0.020mm以下であり、前記平面部分は前記シャフトの外周面に沿う円周に対応する中心角で10°以上に相当する前記溝の幅を有する、請求項7に記載の光偏向走査装置。

【請求項9】 窒化ケイ素系セラミックス焼結体から形成された円柱状のシャフトと、

50 前記シャフトにラジアル方向に間隙を保って対向する、窒化ケイ素系セラミックス焼結体から形成された中空円

筒状のスリーブとを備え、

前記シャフトの外周面は、その外周面に沿う円周に対して等しい間隔で少なくとも3箇所配置された平面部分を含み、

前記平面部分は、前記円周方向に所定の角度をなして連続して前記シャフトの外周面に形成された複数の単一平面から構成されており、

前記単一平面は、前記シャフトの軸方向にほぼ平行に延在するように形成されており、さらに、

前記スリーブを回転する駆動手段と、

光源と、

前記スリーブに取付けられ、前記光源からの光束を偏向走査する偏向器と、

前記偏向器により偏向走査された光束を受光する感光体と、

を備えた、レーザビームプリンタ装置。

【請求項10】 前記シャフトの外径と前記スリーブの内径との差が0.010mm未満であり、

前記複数の単一平面から構成される前記平面部分を溝とみなした場合、その溝の深さは0.020mm以下であり、前記平面部分は前記シャフトの外周面に沿う円周に対応する中心角で10°以上に相当する前記溝の幅を有する、請求項9に記載のレーザビームプリンタ装置。

【請求項11】 円柱状のシャフトと、

前記シャフトにラジアル方向に間隙を保って対向する円筒状のスリーブとを備え、

溝が、前記シャフトの外周面に軸方向にほぼ平行に形成されており、

前記シャフトの外径と前記スリーブの内径との差が0.010mm未満であり、

前記溝の深さは0.020mm以下であり、前記溝は前記シャフトの外周面に沿う円周に対応する中心角で10°以上に相当する幅を有し、前記溝は前記円周に対して等しい間隔で少なくとも3箇所配置されている、動圧気体軸受構造。

【請求項12】 前記シャフトと前記スリーブは、窒化ケイ素系セラミックス焼結体を含む、請求項11に記載の動圧気体軸受構造。

【請求項13】 円柱状のシャフトと、

前記シャフトにラジアル方向に間隙を保って対向する中空円筒状のスリーブとを備え、

溝が、前記シャフトの外周面に軸方向にほぼ平行に形成されており、さらに、

前記スリーブを回転する駆動手段とを備え、

前記シャフトの外径と前記スリーブの内径との差が0.010mm未満であり、

前記溝の深さは0.020mm以下であり、前記溝は前記シャフトの外周面に沿う円周に対応する中心角で10°以上に相当する幅を有し、前記溝は前記円周に対して等しい間隔で少なくとも3箇所配置されている、軸受回

転装置。

【請求項14】 前記シャフトと前記スリーブは、窒化ケイ素系セラミックス焼結体を含む、請求項13に記載の軸受回転装置。

【請求項15】 光束を偏向走査する光偏向走査装置であって、

円柱状のシャフトと、

前記シャフトにラジアル方向に間隙を保って対向する中空円筒状のスリーブとを備え、

10 溝が、前記シャフトの外周面に軸方向にほぼ平行に形成されており、さらに、

前記スリーブを回転する駆動手段と、

前記スリーブに取付けられ、光束を偏向走査する偏向器とを備え、

前記シャフトの外径と前記スリーブの内径との差が0.010mm未満であり、

前記溝の深さは0.020mm以下であり、前記溝は前記シャフトの外周面に沿う円周に対応する中心角で10°以上に相当する幅を有し、前記溝は前記円周に対して等しい間隔で少なくとも3箇所配置されている、光偏向走査装置。

【請求項16】 前記シャフトと前記スリーブは、窒化ケイ素系セラミックス焼結体を含む、請求項15に記載の光偏向走査装置。

【請求項17】 光源からの光束を偏向走査する光偏向走査装置であって、

円柱状のシャフトと、

前記シャフトにラジアル方向に間隙を保って対向する中空円筒状のスリーブとを備え、

30 溝が、前記シャフトの外周面に軸方向にほぼ平行に形成されており、さらに、

前記スリーブを回転する駆動手段と、

光源と、

前記スリーブに取付けられ、前記光源からの光束を偏向走査する偏向器とを備え、

前記シャフトの外径と前記スリーブの内径との差が0.010mm未満であり、

前記溝の深さは0.020mm以下であり、前記溝は前記シャフトの外周面に沿う円周に対応する中心角で10°以上に相当する幅を有し、前記溝は前記円周に対して等しい間隔で少なくとも3箇所配置されている、光偏向走査装置。

【請求項18】 前記シャフトと前記スリーブは、窒化ケイ素系セラミックス焼結体を含む、請求項17に記載の光偏向走査装置。

【請求項19】 円柱状のシャフトと、

前記シャフトにラジアル方向に間隙を保って対向する中空円筒状のスリーブとを備え、

50 溝が、前記シャフトの外周面に軸方向にほぼ平行に形成されており、さらに、

前記スリーブを回転する駆動手段と、  
光源と、  
前記スリーブに取付けられ、前記光源からの光束を偏向走査する偏向器と、  
前記偏向器により偏向走査された光束を受光する感光体とを備え、  
前記シャフトの外径と前記スリーブの内径との差が0.010mm未満であり、  
前記溝の深さは0.020mm以下であり、前記溝は前記シャフトの外周面に沿う円周に対応する中心角で10°以上に相当する幅を有し、前記溝は前記円周に対して等しい間隔で少なくとも3箇所配置されている、レーザービームプリンタ装置。

【請求項20】 前記シャフトと前記スリーブは、窒化ケイ素系セラミックス焼結体を含む、請求項19に記載のレーザービームプリンタ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、一般的には動圧気体軸受構造に関し、より特定的には、たとえばレーザービームプリンタ等に使用される光偏向走査装置の回転駆動部における軸受構造およびそれを用いた軸受回転装置、光偏向走査装置、レーザービームプリンタ装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】一般に、レーザービームプリンタ等に使用される光偏向走査装置の回転駆動部を構成する部材には、高速回転に耐え得るものが要求される。たとえば、印字速度の高速化に伴い、レーザー光を走査する回転多面鏡の駆動部には20000r.p.m.以上の回転速度が要求されるようになってきている。

【0003】従来、この回転駆動部の軸受部分には、玉軸受が用いられてきた。しかしながら、12000r.p.m.程度以上の高速域では、摺動部においてグリスが切れやすくなるため、潤滑不良により、玉軸受が焼付きを起こす危険性が高かった。したがって、回転駆動部の軸受部分に玉軸受を採用する限りにおいては、上記のような高速回転の要求に耐え得る回転駆動部を構成することは困難であった。

【0004】上記のような問題点を解消するため、回転駆動部に、非接触で回転体を支持する流体動圧軸受構造が採用されている。このような動圧軸受構造においては、シャフトの外周面にヘリングボーン状やスパイラル状の溝が形成される。シャフトとスリーブとの間には油やグリスが導入され、回転中において上記の溝により流体が巻込まれることによって動圧が発生し、たとえば回転体としてのスリーブがシャフトの外周面に接触しないで回転することが可能になる。

【0005】しかしながら、上記のような流体動圧軸受構造においては、潤滑油の粘性が高いため、駆動トルク

が大きくなるという欠点がある。特に、高速回転下では油が発熱するため、潤滑油を冷却させるための機構が必要となる。このため、光偏向走査装置自体の構造が複雑になり、装置を小型化することが困難となる。また、装置の複雑化に伴い、製造コストが上昇するという問題がある。

【0006】上記のような流体動圧軸受構造において流体に空気を用いた空気軸受を採用することが考えられている。これによれば、潤滑油による問題が発生しないので、上記の油を流体として用いる軸受構造に比べてより高速回転下で使用することが可能となる。また、潤滑油を冷却させる機構も必要ではないので、装置の構造自体も簡単にすることができるものと考えられている。

【0007】しかしながら、空気軸受を採用しても、回転中の外乱等により、シャフトとスリーブの対向する面が直接摺動する可能性がある。このことから、油を流体として採用した流体動圧軸受構造に比べて、摺動部における焼付きが発生する危険性が大きくなるという問題があった。

【0008】そこで、セラミックス、特に窒化ケイ素系セラミックス焼結体を軸受部の材料に採用することが特開平5-106635号公報に開示されている。これによれば、耐摩耗性と耐衝撃性を改善することができるため、高速回転中の損傷に対して信頼性の高い軸受部材が得られる。

【0009】光偏向走査装置に適用可能なセラミックスからなる動圧空気軸受部材としては、図6に示すようなシャフトが知られている。図6に示すように、動圧発生溝51がシャフトの外周表面50に形成されている。

【0010】しかしながら、セラミックスのような難加工材料の表面に、図6に示される溝形状を通常の機械加工によって形成することは困難である。このような溝形状は、エッチング加工やブラスト加工等によって形成される。

【0011】これに対して、機械加工が容易で軸受精度が向上する溝を形成した動圧気体軸受装置が実公平1-7849号公報に開示されている。この動圧気体軸受装置においては、横断面形状が左右対称の円弧状をなしかつ軸方向に平行な溝が、円柱状の軸体の外周面に複数個等配して設けられている。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、実公平1-7849号公報に開示されているような左右対称の円弧状の溝をセラミックス、特に窒化ケイ素系セラミックス焼結体のような難加工材料に形成することは極めて困難である。その溝の深さは、その公報に記載された実施例において数十μmないし数百μmの範囲内とされている。このような深さの溝を難加工材のセラミックスに形成することは、加工精度、加工能率および製造コストの点で工業的および経済的に量産化することは事実上不

可能であった。

【0013】そこで、この発明の目的は、より高速度で安定して回転することが可能な動圧気体軸受構造およびそれを備えた光偏向走査装置を実現する上で、回転駆動部のシャフトの外周面の形状を簡単にすることである。

【0014】

【課題を解決するための手段】この発明の1つの局面に従った動圧気体軸受構造は、円柱状のシャフトと、中空円筒状のスリーブとを備える。シャフトは窒化ケイ素系セラミックス焼結体から形成されている。スリーブは、シャフトにラジアル方向に間隙を保って対向し、窒化ケイ素系セラミックス焼結体から形成されている。シャフトの外周面は、その外周面に沿う円周に対して等しい間隔で少なくとも3箇所配置された平面部分を含む。平面部分は、円周方向に所定の角度をなして連続してシャフトの外周面に形成された複数の単一平面から構成されている。単一平面は、シャフトの軸方向にほぼ平行に延在するように形成されている。

【0015】また、この発明のもう1つの局面に従った軸受回転装置は、上記のように構成された円柱状のシャフトと、中空円筒状のスリーブと、さらに、スリーブを回転する駆動手段とを備える。

【0016】さらに、この発明の別の局面に従った光偏向走査装置は、光束を偏向走査する装置であって、上記のように構成された円柱状のシャフトと、中空円筒状のスリーブと、さらに、スリーブを回転する駆動手段と、スリーブに取付けられ、光束を偏向走査する偏向器とを備える。

【0017】この発明のさらに別の局面に従った光偏向走査装置は、光源からの光束を偏向走査する装置であって、上記のように構成された円柱状のシャフトと、中空円筒状のスリーブと、さらに、スリーブを回転する駆動手段と、光源と、スリーブに取付けられ、光源からの光束を偏向走査する偏向器とを備える。

【0018】この発明のさらに別の局面に従ったレーザービームプリンタ装置は、上記のように構成された円柱状のシャフトと、中空円筒状のスリーブと、さらに、スリーブを回転する駆動手段と、光源と、スリーブに取付けられ、光源からの光束を偏向走査する偏向器と、偏向器により偏向走査された光束を受光する感光体とを備える。

【0019】上述のように構成された動圧気体軸受構造、軸受回転装置、光偏向走査装置またはレーザービームプリンタ装置において、好ましくは、シャフトの外径とスリーブの内径との差が0.010mm未満であり、仮に複数の単一平面から構成される平面部分を溝とみなした場合、その溝の深さは0.020mm以下であり、平面部分はシャフトの外周面に沿う円周に対応する中心角で10°以上に相当する溝の幅を有する。

【0020】また、この発明の別の局面に従えば、動圧

気体軸受構造、軸受回転装置、光偏向走査装置またはレーザービームプリンタ装置は、以下のように構成される。

【0021】動圧気体軸受構造は、円柱状のシャフトと、中空円筒状のスリーブとを備える。スリーブは、シャフトにラジアル方向に間隙を保って対向する。溝は、シャフトの外周面に軸方向にほぼ平行に形成されている。シャフトの外径とスリーブの内径との差が0.010mm未満である。溝の深さは0.020mm以下である。溝はシャフトの外周面に沿う円周に対応する中心角で10°以上に相当する幅を有する。溝は円周に対して等しい間隔で少なくとも3箇所配置されている。

【0022】軸受回転装置は、上記のように構成された円柱状のシャフトと、中空円筒状のスリーブと、さらに、スリーブを回転する駆動手段とを備える。

【0023】光束を偏向走査する光偏向走査装置は、上記のように構成される円柱状のシャフトと、中空円筒状のスリーブと、さらに、スリーブを回転する駆動手段と、スリーブに取付けられ、光束を偏向走査する偏向器とを備える。

【0024】光源からの光束を偏向走査する光偏向走査装置は、上記のように構成される円柱状のシャフトと、中空円筒状のスリーブと、さらに、スリーブを回転する駆動手段と、光源と、スリーブに取付けられ、光源からの光束を偏向走査する偏向器とを備える。

【0025】レーザービームプリンタ装置は、上記のように構成される円柱状のシャフトと、中空円筒状のスリーブと、さらに、スリーブを回転する駆動手段と、光源と、スリーブに取付けられ、光源からの光束を偏向走査する偏向器と、偏向器により偏向走査された光束を受光する感光体とを備える。

【0026】

【発明の実施の形態】この発明に従った動圧気体軸受構造は、円柱状のシャフトと、そのシャフトにラジアル方向に間隙を保って対向する中空円筒状のスリーブとを回転駆動部に備えている。シャフトとスリーブとは窒化ケイ素系セラミックス焼結体から形成される。シャフトの外周面は、その外周面に沿う円周に対して等しい間隔で少なくとも3箇所配置された平面部分を含む。その平面部分は、円周方向に所定の角度をなして連続してシャフトの外周面に形成された複数の単一平面から構成されている。単一平面は、シャフトの軸方向にほぼ平行に延在するように形成されている。

【0027】本願発明者らは、鋭意検討した結果、複数の単一平面から構成される平面部分を少なくとも3箇所、シャフトの外周面に配置することにより、25000r.p.m.以上の高速回転下においても光偏向走査装置の所定の性能を満足することを見出した。具体的には、図1に示すように、シャフト1の外周表面101を数μm～数十μmの深さで研削し、軸方向に平行な平面を形成する。この平面を単一平面105a、105b、

105cとし、複数個(図1においては3個)、円周方向に所定の角度をなして連続してシャフト1の外周表面101に形成する。このように構成された平面部分105を、シャフトの外周表面101に沿う円周に対して等しい間隔で少なくとも3ヵ所102, 103, 104に配置する。

【0028】上述のような平面部分をシャフトの外周面に形成することは、ほぼ円筒面であるシャフトの外表面を平面研削することにより除去するだけで行なわれ得る。そのため、窒化ケイ素系焼結体のような難加工材料のセラミックスに対しても容易に加工することができる。したがって、シャフトとスリーブとの間の空隙に動圧発生部分を構成する上で、シャフトの外周面に特定の形状の溝を形成するという従来の構造と比較して、加工能率と製造コストを低減することが可能になる。

【0029】また、本発明のようにシャフトの外周面上記のように規定された平面部分を設けるだけで、25000r. p. m. 以上の高速回転下においても優れた軸受安定性を確保することができる。たとえば、本発明の動圧気体軸受構造を備えた光偏向走査装置においては、ポリゴンミラーの鉛直方向に対するレーザ光反射面の傾き、すなわち面倒れに関しても、高い精度を実現することができる。

【0030】さらに、本発明の動圧気体軸受構造を構成するシャフトとスリーブの材料として、窒化ケイ素系セラミックス焼結体が採用される。この窒化ケイ素系セラミックス焼結体からなる部材は、従来の金属製部材と比較して軽量であるため、モータ負荷における慣性重量を低減することができる。これにより、駆動トルクを低減することが可能となり、光偏向走査装置をより低い消費電力で運転することが可能となる。

【0031】また、本願発明者らは、複数個の単一平面の組合せで構成される1つの平面部分を仮に1つの溝とみなしたとき、限定された寸法を有する前記溝をシャフトの外周面に形成することにより、高速回転での安定性が得られることを見出した。具体的には、図1に示すように、平面部分を仮に溝とみなしたときの溝の深さdが0.020mm以下、溝すなわち平面部分Cの幅に相当するシャフトの外周表面101に沿う円周(円弧)の中心角 $\theta$ が10°以上である溝すなわち平面部分Cを3箇所以上、シャフトの外周表面101に沿う円周に対して等間隔で形成する。また、シャフトの外径とスリーブの内径との差が0.010mm未満に規定される。このように限定された寸法を有する溝Cをシャフトの外周面に形成し、かつシャフトとスリーブとの間の空隙を上記のように限定することにより、高速回転中においても優れた軸受安定性を示すことを本願発明者らは見出した。

【0032】このことは、上記のように限定された寸法の範囲内であれば、シャフトとスリーブとの間に空気の流れによって形成される支持膜が効率よく形成され得る

ものと考えられる。また、その支持が同時にシャフトの外周面上の3ヶ所以上で円周に対し等分方向になされることにより、力学的にも安定した支持構造が提供され得るものと考えられる。

【0033】これに対して、実公平1-7849号公報に示されるように、数10ないし数100 $\mu$ mの深さを有する溝が形成される場合、前述したように不安定挙動が認められる。これは、高速回転下においては、溝が深くなると、空気の流れが乱れるため、適正な支持膜がシャフトとスリーブとの間に形成され得ず、不安定挙動を起こすものと考えられる。

【0034】なお、溝の深さと、溝の幅と、シャフトの外径とスリーブの内径との差が上記の寸法条件を満たす組合せであれば、溝の形状は、その寸法範囲内であれば、上述した複数個の単一平面の組合せ以外にも、任意に選択可能である。具体的には、その溝の形状は製造工程の要求から決定されるものである。

【0035】本発明の動圧気体軸受構造を、高速かつ高精度に回転する光偏向走査装置の回転駆動部に適用することにより、従来と比較して印字品質が高く、高速で印字可能なレーザビームプリンタ装置を提供することができる。

【0036】

【実施例】本発明を図1～図4に図示の実施例に基づいて詳細に説明する。

【0037】実施例1

本発明の一実施例に従った動圧気体軸受構造を備えた光偏向走査装置の回転駆動部(多面体鏡の駆動部)の詳細は図2に示されている。図2に示される回転駆動部は、図3に示される光偏向走査装置を用いたレーザビームプリンタ装置に組込まれる。

【0038】図2において、駆動モータ500のハウジング3にセラミック材料からなる軸体(シャフト)として固定軸1が固定されている。セラミック材料からなる軸受体(スリーブ)として回転スリーブ2が固定軸1に回転自在に嵌合されている。固定軸(シャフト)1の外周表面101には、図1に示されるような複数の単一平面105a, 105b, 105c...から構成される平面部分105(単位加工部)が少なくとも3ヵ所配置されている。回転スリーブ2の外周には、アルミニウム、黄銅等からなるフランジ4が焼嵌め等により固定されている。このフランジ4の外周に駆動マグネット5が接着等により固定されている。さらに、ハウジング3上に基板6が固定されている。基板6上にステータ7が駆動マグネット5に対向するように配置されることにより、回転スリーブ2を回転させる駆動モータ500が構成されている。

【0039】一方、回転スリーブ2の下端には、固定軸1に配置された第1の永久磁石8と同種の磁極が上下方向に対向するように、第2の永久磁石9が固定されてい



11

る。また、ハウジング3の回転スリーブ2近傍には、回転スリーブ2の下端に固定された第2の永久磁石9を、固定軸に設けられた第1の永久磁石8に押付ける方向に反発力が作用するように第3の永久磁石10が配置されている。

【0040】また、回転スリーブ2の上端には固定軸1を覆う蓋19が設けられている。これにより、回転スリーブ2と固定軸1との間に空気溜り20を形成する。この蓋19には、回転スリーブ2と固定軸1の組立が容易になるように空気抜き穴32が設けられている。その組立後に空気抜き穴32を封止するために封止部材33が固定される。

【0041】回転多面鏡11は、フランジ4に板ばね12等により固定されている。このようにして構成された駆動モータ500は、図3に示すように、光偏向走査装置の光学箱14に組込まれる。回転多面鏡11は駆動モータ500により回転させられる。図3において、レーザユニット15は光学箱14に配置されている。このレーザユニット15より射出されたレーザビームLはレンズ16、17により集光され、回転多面鏡11の駆動モータ500による回転とともに、記録媒体である感光体18に対して偏向走査する。

【0042】図2に示される軸体(シャフト)1と軸受体(スリーブ)2は窒化ケイ素セラミックス焼結体から作製される。その窒化ケイ素系焼結体は、具体的には以下のようにして製造される。

【0043】平均粒径が $0.3\mu\text{m}$ 、粒度分布が $3\sigma=0.20\mu\text{m}$ 、 $\alpha$ 結晶化率が96.5%、酸素含有量は1.4重量%である $\text{Si}_3\text{N}_4$ の原料粉末を準備する。この $\text{Si}_3\text{N}_4$ の原料粉末を90重量%、平均粒径が $0.8\mu\text{m}$ の $\text{Y}_2\text{O}_3$ 粉末を4重量%、平均粒径が $0.5\mu\text{m}$ の $\text{Al}_2\text{O}_3$ 粉末を3重量%、平均粒径が $1.0\mu\text{m}$ の $\text{AlN}$ 粉末を1重量%、平均粒径が $0.5\mu\text{m}$ の $\text{MgO}$ 粉末を2重量%の割合で、エタノール中で100時間、ナイロン製ボールミルを用いて湿式混合する。その後、乾燥して得られる混合粉末を $3000\text{kgf}/\text{cm}^2$ の圧力でCIP(冷間静水圧)成形する。得られる成形体を1気圧の窒素ガス雰囲気中で温度 $1450^\circ\text{C}$ において6時間保持する。さらに、温度 $1550^\circ\text{C}$ において3時間、1次焼結する。得られた焼結体を $1600^\circ\text{C}$ の温度で1000気圧の窒素ガス雰囲気中で1時間、2次焼結する。

【0044】このようにして得られる窒化ケイ素系焼結体は、長さ $30\mu\text{m}$ 当りの線密度が35個以上である結晶粒子を含み、その粒界相の体積率が15体積%以下である。さらに、その窒化ケイ素系焼結体は、最大径が $20\mu\text{m}$ 以下の気孔を含み、その気孔の含有率が3%以下である。

【0045】以上のようにして得られた窒化ケイ素系焼結体からシャフト1とスリーブ2を作製する。

12

【0046】シャフト1は以下の方法で加工される。シャフトの表面を深さ $10\mu\text{m}$ の量だけダイヤモンド砥粒砥石を用いて研削加工し、シャフトの外周表面に平面を形成する。その平面がシャフトの外周面に沿う円周方向に所定の角度をなして連続するように、上記の平面の加工後、シャフトを回転させて上記と同様の平面研削加工を繰り返して行なう。このようにして形成された複数個の平面から構成される平面部分を単位加工部と称する。この単位加工部の加工終了後、引続き、単位加工部を必要数、シャフトの外周面に形成する。この場合、これらの単位加工部は、その数に従って、シャフトの外周面に沿う円周に対して均等に配置する。

【0047】実施例2

実施例1に従って窒化ケイ素系焼結体からなるスリーブとシャフトを作製した。シャフトの外周面には、図1に示すように平面部分(単位加工部)105を3箇所102、103、104、円周に対して均等に配置して形成した。このようにして準備されたスリーブ2とシャフト1を図2に示すように光偏向走査装置の回転駆動部に組込んだ。

【0048】以上説明したように、本発明の動圧気体軸受構造は、円柱状のシャフト1と、そのシャフトにラジアル方向に間隙を保って対向する中空円筒状のスリーブ2とを回転駆動部に備える。シャフト1とスリーブ2とは窒化ケイ素セラミックス焼結体から形成される。シャフトの外周面101は、その外周面に沿う円周に対して等しい間隔で少なくとも3箇所102、103、104に、配置された平面部分105を含む。平面部分105は、円周方向に所定の角度をなして連続してシャフトの外周面101に形成された複数個の単一平面105a、105b、105cから構成される。複数個の単一平面105a、105b、105cはシャフトの軸方向にほぼ平行に延在するように形成される。

【0049】次に、作製したシャフトとスリーブを用いて、動圧気体軸受構造の安定性を評価した。

【0050】図2に示す構造の光偏向走査装置の回転駆動部を図4に示される評価装置に組入れて、 $25000\text{r.p.m.}$ の回転数で回転駆動部を高速運転した。駆動モータ500の運転時に回転体が発生する振動を振動ピックアップ200によって検知し、振動計300によって計測し、FFT(高速フーリエ変換装置)400によって周波数解析し、低周波数域の共振が生じないものを安定であると判定した。

【0051】以下、図1に示すように、複数の単一平面105a、105b、105cの組合せで構成される1つの平面部分105を1つの溝Cとみなして考える。

【0052】まず、シャフトの外周面に形成される平面部分105からなる溝Cの本数が軸受の安定性に及ぼす影響を評価した。表1に示すように、4本のシャフトの外周面に深さと幅が同一の溝を形成した。溝を形成しな

10

20

30

40

50

いシャフトも1本準備した。溝Cの本数を変化させて、シャフトの外周面に沿う円周に対して等しい間隔で溝を配置させた。このように加工されたシャフトの溝が形成されていない外周面の外径とスリーブの内径との差（直径差）が表1に示すように一定になるようにシャフトとスリーブを組合せてスキャナモータ（光偏向走査装置の回転駆動部）500を構成した。なお、ここで溝すなわち平面部分Cの幅は図1に示すように軸体の外周表面1\*

N <sub>h</sub>	溝本数	溝幅	溝深さ	直径差	判定
*1-1	1	15°	5 μm	7 μm	不安定
*1-2	2	15°	5 μm	7 μm	不安定
1-3	3	15°	5 μm	7 μm	安定
1-4	6	15°	5 μm	7 μm	安定
*1-5	0	0	0	7 μm	不安定

\*は比較例

【0055】表1から明らかなように、溝Cの本数が3本以上のものについては、25000 r. p. m. の高速回転時においても軸受の安定性が認められた。

【0056】次に、平面部分からなる溝の深さが軸受の安定性に及ぼす影響を評価した。6本のシャフトの外周面に形成される溝Cの数は等しく3本とし、平面部分からなる溝の深さのみを変化させた。シャフトの外周面に形成される溝Cの幅と、シャフトの溝が形成されていない外周面の外径とスリーブの内径との差を一定にして、シャフトとスリーブを組合せてスキャナモータを構成し、図4に示す評価装置を用いて軸受の安定性を評価した。

【0057】

【表2】

N <sub>h</sub>	溝深さ	溝幅	直径差	判定
2-1	2 μm	15°	7 μm	安定
2-2	5 μm	15°	7 μm	安定
2-3	10 μm	15°	7 μm	安定
2-4	20 μm	15°	7 μm	安定
*2-5	50 μm	15°	7 μm	不安定
*2-6	200 μm	15°	7 μm	不安定

\*は比較例

【0058】表2から明らかなように、平面部分からなる溝の深さが20 μm以下であれば、25000 r. p. m. の高速回転下において軸受が安定することが認められた。

【0059】次に、シャフトの外周面に形成される溝Cの幅が軸受の安定性に及ぼす影響を評価した。6本のシャフトの外周面に形成される溝Cの数は各々3本とし、※50

\*01に沿う円弧に対応する中心角θで表わされる。

【0053】なお、平面部分105を溝とみなしたときの溝の深さdは、シャフトの外周表面101に沿う円弧部（破線部）と複数の単一平面105a, 105b, 105cとの差の平均値である。

【0054】

【表1】

※溝Cの幅のみを変化させた。シャフトの外周面に形成される溝の深さと、シャフトの溝が形成されていない外周面の外径とスリーブの内径との差を一定にして、スキャナモータを構成し、図4に示される評価装置を用いて軸受の安定性の評価を行なった。

【0060】

【表3】

N <sub>h</sub>	溝幅	溝深さ	直径差	判定
*3-1	3°	5 μm	7 μm	不安定
*3-2	7.5°	5 μm	7 μm	不安定
3-3	10°	5 μm	7 μm	安定
3-4	20°	5 μm	7 μm	安定
3-5	40°	5 μm	7 μm	安定
3-6	80°	5 μm	7 μm	安定

\*は比較例

【0061】表3から明らかなように、平面部分105からなる溝Cの幅が対応する中心角で10°以上であれば、25000 r. p. m. の高速回転下で軸受が安定することが認められた。

【0062】次に、シャフトとスリーブの組合せによって決定される直径差（シャフトの溝が形成されていない外周面の外径とスリーブの内径との差）が軸受の安定性に及ぼす影響を評価した。5本のシャフトの外周面に形成される溝の数は各々3本とし、溝の幅と深さを一定にしてシャフトを作製した。シャフトの溝が形成されていない外周面の外径とスリーブの内径との差を変化させてシャフトとスリーブを組合せて各スキャナモータを構成し、図4に示す評価装置を用いて軸受の安定性の評価を行なった。

【0063】

【表4】

No	直径差	溝幅	溝深さ	判定
4-1	3 $\mu$ m	15°	5 $\mu$ m	安定
4-2	5 $\mu$ m	15°	5 $\mu$ m	安定
4-3	7 $\mu$ m	15°	5 $\mu$ m	安定
*4-4	10 $\mu$ m	15°	5 $\mu$ m	不安定
*4-5	15 $\mu$ m	15°	5 $\mu$ m	不安定

\*は比較例

【0064】表4から明らかなように、直径差が7  $\mu$ m以下、すなわち10  $\mu$ m未満であれば、25000 r. p. m. の高速回転下でも軸受性能が安定することが認められた。

【0065】以上説明したように、本発明の動圧気体軸受構造は、複数の単一平面105a, 105b, 105cの組合せで構成される1つの平面部分105を1つの溝Cとみなして考えたとき、上記平面部分105からなる溝の深さは0.020mm以下であり、上記平面部分105は上記シャフト1の外周表面101に沿う円周に\*

10

\*対応する中心角で10°以上に相当する溝すなわち平面部分の幅を有する。

【0066】また、上記シャフト1の外径と上記スリーブ2の内径との差が0.010mm未満であるように構成されている。

【0067】なお、溝の深さと、溝の幅と、シャフトの外径とスリーブの内径との差が上記の寸法条件を満たす組合せであれば、溝の形状は上述した複数の単一平面の組合せ以外にも任意に選択可能である。たとえば、図5に示すような溝形状とすることも考えられる。

【0068】具体的には、その溝の形状は製造工程の要求から種々の形状に決定される。

【0069】次に、上記のように構成された光偏向走査装置において、モータの過回転試験を実施した。モータの回転数を変化させ、そのときの定常時電流を測定した。定常時電流は、多面体鏡が定常回転に至ったときの駆動モータの電流の測定値を示し、駆動トルクに相当する値である。また、光偏向走査装置の回転駆動部（スキヤナモータ）の性能を評価するものとして、面倒れを測定した。これらの測定結果は、表5に示される。

【0070】

【表5】

モータ回転数	10000rpm	20000rpm	30000rpm	50000rpm
定常時電流	0.20A	0.21A	0.31A	0.52A
面倒れ	38秒	42秒	56秒	65秒

【0071】表5から明らかなように、本発明に従った動圧気体軸受構造を備えた光偏向走査装置によれば、高速回転下においても駆動トルクが低く、回転精度の高い装置を得ることができる。

【0072】本発明の動圧気体軸受構造を用いれば、より高速度で走査することが可能な光偏向走査装置を実現する上で、回転駆動部を構成するシャフトの形状として加工が容易なものを提供することができる。したがって、光偏向走査装置の製造コストを低減することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の動圧気体軸受構造を備えた光偏向走査装置を構成する回転駆動部のシャフトの一実施例を示す横断面図である。

【図2】本発明に従った光偏向走査装置の回転駆動部を示す概略構成図である。

【図3】本発明に従った光偏向走査装置を用いたレーザービームプリンタ装置の一実施例を示す概略構成図である。

※

※【図4】本発明の動圧気体軸受構造の安定性を評価するために実施例で用いられた装置を示す概略図である。

【図5】本発明の動圧気体軸受構造の軸体の外周面に形成される溝の深さと幅を規定するために示される図である。

【図6】光偏向走査装置に適用される動圧空気軸受のシャフトの従来例としてシャフトの外周表面を示す側面図である。

【符号の説明】

1 シャフト（固定軸）

2 スリーブ（回転スリーブ）

101 外周表面

105 平面部分（単位加工部）

105a, 105b, 105c 単一平面

500 駆動モータ（スキヤナモータ）

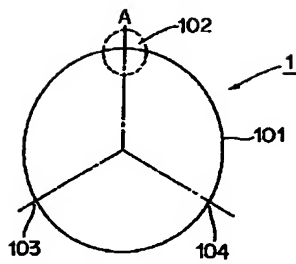
C 溝

d 深さ

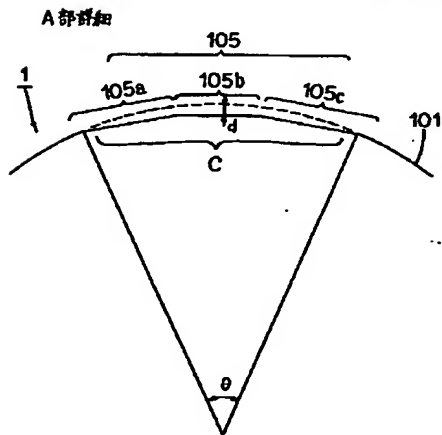
S シャフトの外周面

 $\theta$  中心角

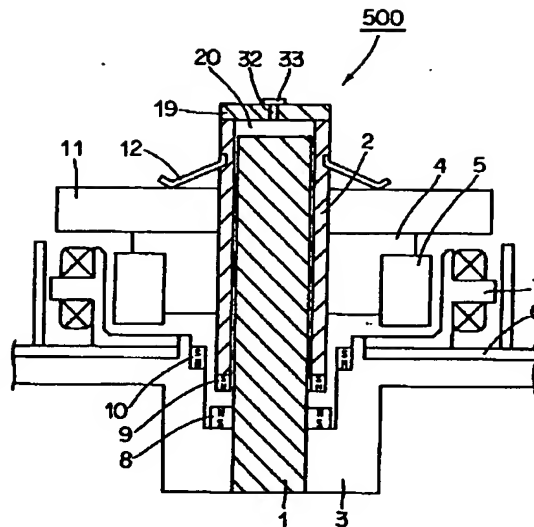
【図1】



1: シャフト  
101: 外周表面  
105: 平面部分  
105a, 105b, 105c: 第一平面

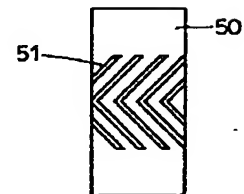


【図2】

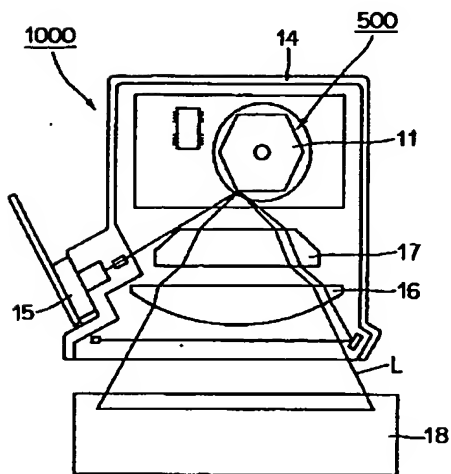


2: スリーブ

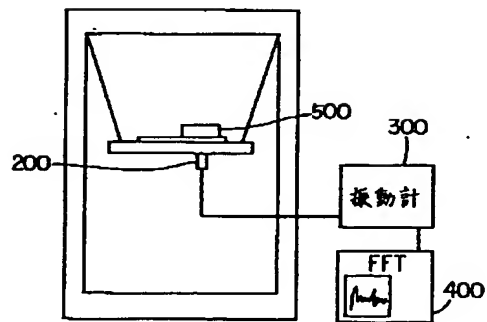
【図6】



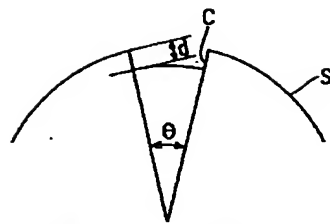
【図3】



【図4】



【図5】



C: 溝                      d: 深さ  
S: 溝の外周面          θ: 中心角

---

フロントページの続き

(72)発明者 小村 修  
兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友  
電気工業株式会社伊丹製作所内  
(72)発明者 中杉 幹夫  
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ  
ノン株式会社内

(72)発明者 蒔田 卓  
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ  
ノン株式会社内  
(72)発明者 佐藤 一身  
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ  
ノン株式会社内